

电梯检验检测智能化研究

蒋俊豪 崔一奥 张伟程

浙江省特种设备科学研究院 浙江 杭州 311100

摘要：电梯检验检测智能化依赖多学科技术构建完整技术链条，其核心系统架构含感知、传输、处理和应用层。应用优化从技术适配、流程、参数校准入手提升效能。质量控制机制方面，数据质量把控采集、传输、处理分析各环节；系统运行质量聚焦硬件维护与软件升级；人员操作质量通过培训考核与操作监督，规范人员行为，全方位保障电梯智能化检验检测工作质量。

关键词：电梯检验检测；智能化；传感器技术；数据处理；质量控制

引言：在电梯行业高速发展且对安全保障要求日益严苛的当下，电梯检验检测智能化成为必然趋势。其依托多学科技术构建起涵盖数据采集、传输、处理与分析的完整技术链条，以实现自动化、精准化与智能化检测。同时，搭建起从感知层到应用层的核心系统架构。为确保智能化检验检测高效可靠，需从多方面优化应用，包括技术适配、流程优化和参数校准。此外，还需建立严格的质量控制机制，从数据质量、系统运行质量以及人员操作质量等维度进行把控，全方位保障电梯智能化检验检测工作的质量。

1 电梯检验检测智能化的技术支撑体系

电梯检验检测智能化是当下电梯行业顺应科技发展趋势、提升安全保障水平的关键举措。其实现并非单一技术所能达成，而是依赖于多学科技术的深度协同配合，共同构建起一个涵盖数据采集、传输、处理和分析的完整且严密的技术链条。该体系以数据为核心要素，借助各类先进技术的有机融合与高效应用，推动检验检测工作朝着自动化、精准化和智能化的方向大步迈进。

(1) 传感器技术作为智能化检测的数据采集基石，其重要性不言而喻。鉴于电梯不同部件具有独特的运行特性和检测需求，必须精准选用与之高度适配的传感器类型。例如，振动传感器凭借其高灵敏度，可被巧妙应用于监测电梯曳引机、导轨的运行状态。在电梯运行过程中，曳引机和导轨的振动情况能够直观反映其工作是否正常，振动传感器能实时捕捉这些细微且关键的振动变化，并将其转化为可处理的电信号。压力传感器则可用于检测安全钳的制动性能，安全钳作为电梯安全保障的关键装置，其制动时的压力数据至关重要，压力传感器能精确测量并记录相关数据。位移传感器可记录电梯轿厢的平层精度，平层精度直接影响乘客的使用体验和电梯的运行安全，位移传感器能实时反馈轿厢的位置信

息。(2) 数据传输技术承担着将传感器采集到的数据高效、稳定地传输至数据处理中心的重任，主要包含有线传输和无线传输两种方式。有线传输如以太网、RS485总线等，凭借其传输速率快、稳定性高的显著优势，在电梯机房等固定区域的数据传输中发挥着关键作用。而无线传输如 Wi-Fi、蓝牙、LoRa 等，则以其灵活性强、部署便捷的特点，能够实现井道、轿厢等移动区域的数据实时传输，充分满足电梯在复杂运行环境下的通信需求。(3) 数据处理与分析技术堪称智能化检测的核心环节，通过对采集到的海量数据进行筛选、清洗、建模和深入分析，精准提取电梯运行的关键特征信息，为电梯的安全运行提供有力决策依据^[1]。

2 电梯智能化检验检测核心系统架构

2.1 感知层

感知层作为系统的数据采集终端，直接与电梯的各类部件接触，负责获取电梯运行过程中的物理参数和状态信息。该层级主要由各类传感器、数据采集模块和边缘计算单元组成。传感器根据检测需求部署在电梯曳引系统、导向系统、门系统、安全保护系统等关键部位，实现振动、温度、压力、位移、速度等多维度数据的实时采集；数据采集模块对传感器输出的电信号进行放大、滤波和模数转换，将模拟信号转化为数字信号；边缘计算单元具备初步的数据处理能力，可对采集到的数据进行本地筛选和预处理，剔除无效数据，减少传输压力，提高系统响应速度。

2.2 传输层

传输层承担数据传输的桥梁作用，负责将感知层采集到的数字信号传输至处理层，同时将处理层的控制指令反馈至感知层。该层级采用“有线+无线”的混合传输模式，根据电梯不同区域的环境特点选择合适的传输方式。对于电梯机房、控制柜等固定区域，采用有线

传输方式保障数据传输的稳定性和速率；对于井道、轿厢等移动区域或布线困难的部位，采用无线传输方式实现数据的灵活传输。此外，传输层还具备数据加密、断点续传等功能，确保数据在传输过程中的安全性和完整性，防止数据丢失或被篡改。

2.3 处理层

处理层是系统的“大脑”，负责对传输层传输的数据进行深度处理和智能分析。该层级由数据存储服务器、计算服务器和智能分析软件组成。数据存储服务器采用分布式存储架构，具备大容量、高可靠性的特点，能够存储电梯长期运行产生的海量数据，为后续分析和追溯提供数据支持；计算服务器具备强大的运算能力，通过部署大数据处理框架和人工智能算法模型，对数据进行清洗、整合、建模和分析，识别电梯运行的异常特征和潜在故障；智能分析软件根据预设的检测标准和算法模型，自动生成检测报告，明确电梯的运行状态和故障位置，为检验检测人员提供决策依据^[2]。

2.4 应用层

应用层是系统与用户的交互界面，负责将处理层的分析结果以直观、易懂的形式呈现给检验检测人员和电梯使用单位。该层级主要包括检测终端软件、Web 管理平台 and 移动应用程序等。检测终端软件安装在检验人员的便携式设备上，可实时显示电梯的运行数据、异常预警信息和检测结果，支持检验人员现场查看和确认；Web 管理平台部署在服务器端，管理人员可通过电脑登录平台，实现电梯设备信息管理、检测任务分配、检测数据统计分析、检测报告生成与导出等功能；移动应用程序适用于电梯使用单位和维保人员，可接收电梯故障预警信息，及时安排维保工作，实现电梯安全的动态管理。

3 电梯智能化检验检测的应用优化

3.1 技术适配优化

技术适配优化是提升电梯智能化检验检测效能的关键环节，其核心在于依据不同类型、规格电梯的独特运行特性，对智能化检测系统的技术参数与设备配置进行精准调整，确保系统与电梯实现无缝适配。（1）以高速电梯为例，其运行速度极快，运行状态变化迅速，这就要求选用高频响应的传感器。这类传感器能够在极短时间内捕捉到电梯运行过程中的细微变化，同时搭配高速数据传输模块，保证数据采集的及时性与传输的稳定性，从而满足高速电梯在高速运行状态下对数据采集和传输的严苛需求。（2）对于老旧电梯，因其部件磨损严重、运行稳定性欠佳，需增加传感器部署密度，扩大检测覆盖范围。尤其要重点监测易损部件，如钢丝绳、

制动器等的运行状态，以便及时发现潜在安全隐患。此外，还需根据电梯的使用环境，如高温、潮湿、粉尘等恶劣条件，挑选具备相应防护等级的传感器和传输设备，增强系统的环境适应性，确保检测系统在各种复杂环境下都能稳定可靠运行。

3.2 检测流程优化

检测流程优化聚焦于简化操作流程、提升整体效率，对传统检验检测流程展开全面重构，深度融入智能化技术的独特优势。（1）在任务分配与调度环节，智能化系统依据电梯的地理位置、既定检测周期以及优先级等关键因素，运用智能算法精准规划检验人员的检测路线。这不仅避免了检测路线的重复与迂回，还能确保每部电梯都能在合适的时间得到检测，大大提高了检测资源的利用效率。（2）检测过程中，智能化系统充分发挥自动化优势，自动完成数据采集、深度分析以及初步判断工作。检验人员无需再手动记录大量数据，只需将精力集中在对异常数据和系统发出的预警信息进行现场核实与确认上，极大地减少了人工干预，降低了人为误差。（3）检测结束后，系统能够迅速自动生成标准化的检测报告，内容全面涵盖电梯运行状态评估、精准的故障诊断结果以及科学合理的维保建议，显著提升了报告生成的效率与准确性。此外，搭建检测数据共享平台，可实现检验检测机构、电梯使用单位和维保单位间的数据实时互通，协同推动电梯安全管理工作迈向新台阶^[3]。

3.3 参数校准优化

参数校准优化对于保障智能化检测的精准性起着至关重要的作用，是确保电梯智能化检验检测结果可靠的关键环节。为此，必须构建一套完善且严谨的参数校准机制，定期对传感器、数据采集模块以及分析算法展开全面校准与精细调整。（1）在传感器校准方面，要运用标准设备生成已知且精确的物理量，将传感器的测量值与标准值进行细致对比，精准修正传感器存在的测量误差，保证其测量数据的准确性。对于数据采集模块和传输设备，需定期开展性能测试，着重检查数据传输的完整性和准确性，一旦发现老化或故障设备，要及时进行更换，防止因设备问题导致数据失真。（2）依据电梯运行数据的变化趋势以及实际检测结果，对智能分析算法的参数进行动态调整和优化，提升算法对故障的识别准确率和预警的及时性。整个参数校准工作必须严格遵循相关国家标准和行业规范，确保校准流程科学规范，校准结果真实可靠，为电梯智能化检验检测提供坚实的技术支撑。

4 电梯智能化检验检测的质量控制机制

4.1 数据质量控制

数据质量是电梯智能化检验检测的基石,其控制需全面覆盖数据采集、传输、处理及分析的每一个环节,着重把控数据的准确性、完整性与一致性。(1)数据采集阶段,高精度传感器是关键,它能精准捕捉电梯运行的关键信息。同时,优化传感器安装位置,使其处于最能反映真实状态的位置,并定期校准传感器,消除测量误差,从源头确保采集数据的准确性。(2)数据传输时,运用数据加密技术防止数据被篡改,校验技术检查数据传输是否出错,断点续传技术避免数据丢失,多管齐下保障数据的完整性。(3)数据分析和处理环节,通过数据清洗去除无效数据,去重避免数据冗余,剔除异常值排除干扰,保证数据的一致性。此外,建立科学的数据质量评估指标体系,对数据质量进行实时监测与评价,以便及时发现并解决潜在的数据质量问题。

4.2 系统运行质量控制

系统运行质量控制是保障电梯智能化检验检测工作顺利开展的核心要素,其重点聚焦于智能化检测系统的硬件设备与软件平台,旨在确保系统稳定运行且功能完备。(1)在硬件设备管理上,构建完善的设备定期维护制度至关重要。针对传感器、传输设备、服务器等关键硬件,开展日常细致检查、定期保养以及及时维修工作。通过定期巡检,能提前发现设备潜在问题,对老化、损坏的设备迅速更换,从而保障硬件设备始终处于良好的运行性能状态,为数据采集与传输提供坚实硬件支撑。(2)软件平台层面,定期对系统软件进行升级与漏洞修复不可或缺。持续优化软件算法,可提升数据处理与分析的效率与准确性;改进界面设计,能增强系统的易用性,降低操作人员的使用难度。同时,建立系统故障应急预案,明确故障处理流程与责任分工,确保在系统突发故障时,能够快速响应、高效处理,最大程度减少故障对电梯检验检测工作的影响。

4.3 人员操作质量控制

人员操作质量控制是电梯智能化检验检测工作质量保障的关键环节,着重对检验检测人员的操作行为加以

规范,全面提升人员的专业素养与操作技能。(1)构建严格且完善的人员培训和考核制度。针对检验检测人员,开展涵盖智能化检测技术、系统操作流程、安全规范等多方面的系统培训。培训内容既包含理论知识讲解,又有实际操作演示,确保人员全面掌握相关技能。培训结束后,组织严格考核,只有考核合格的人员方可上岗,从源头上保证人员具备开展智能化检验检测工作的能力。(2)制定标准化的操作手册,详细明确检测前准备、检测过程操作、数据记录以及报告生成等各个环节的具体操作要求,为检验人员提供清晰、准确的操作指引。同时,建立人员操作监督机制,借助视频监控、数据追溯等手段,对检验人员的操作过程进行全方位监督与检查,及时察觉并纠正不规范操作行为,切实保障检测工作的质量与安全^[4]。

结束语

电梯检验检测智能化融合多学科技术,构建起完备的技术支撑体系与核心系统架构。通过技术适配、流程及参数校准等应用优化,提升了检测效能与精准性。而数据、系统运行和人员操作三方面的质量控制机制,则为智能化检验检测工作筑牢了坚实根基。从技术支撑到系统架构,从应用优化到质量控制,各个环节紧密相连、协同共进,共同推动电梯检验检测朝着自动化、精准化、智能化方向稳步迈进。这不仅显著提升了电梯运行的安全性与可靠性,也为电梯行业的可持续发展注入了强大动力,助力行业在科技浪潮中实现高质量发展。

参考文献

- [1]郭森,潘锋,李斌等.基于大数据的电梯检验检测技术认可及故障分析应用研究[J].中国特种设备安全,2023,39(07):63-67.
- [2]范世杰.电梯检验检测工作及检测现场的安全管理分析[J].机械管理开发,2023,38(06):75-76+100.
- [3]龚鹤,齐想.浅谈自动电梯检验信息化技术的应用[J].劳动保护,2023(06):100-101.
- [4]孔晓华.论电梯物联网在智能化小区的运用[J].能源与环境,2020(05):51-53.